

令和 4 年 5 月 16 日現在

機関番号：33906

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K14039

研究課題名（和文）車椅子クッション材の座り心地と操作性に関する研究

研究課題名（英文）Research on comfort of cushion material and operability of wheelchairs

研究代表者

滝本 成人 (takimoto, narihito)

椋山女学園大学・生活科学部・教授

研究者番号：10350969

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は新しい車椅子クッション開発のため、材料と仕様の異なる14種類の試験体を用いて、心理評価実験と体圧分布測定を行い、クッション材の座り心地評価の新たな指標化を試みた基礎研究である。試験体には新たに開発したクッションとして、素材の異なる複層クッション材と、底板付きクッションを含めた。心理評価実験ではSD法を用いて、健康な男女20名の被験者に12項目の心理評価を依頼した。次に心理評価実験と体圧分布測定の結果から、重回帰分析により全体面積・最大圧力・平均圧力・各帯域面積を説明変数とした座り心地評価の予測のための重回帰式を導出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義として、近年ニーズの高い「車椅子クッション」の、材料の特性と厚みの違いと、心理的反応との関係を、体圧分布の分析から明らかにし、「座り心地」といった、人の感覚を定量的に示し、指標化したところを学術的意義とした。

次に社会的意義として、クッション材の設計及び材料選定は、従来は製作者の経験や勘によって行われてきたが、この「指標」を使うことにより、より効率的にクッション材の選択および仕様の調整が可能になったところを、社会的意義とした。

研究成果の概要（英文）：This fundamental research investigated use of a novel method of indexing cushion material seating comfort in the development of new wheelchair cushion materials. Subjective experiments and body pressure distribution measurements were conducted using 14 specimens of differing materials and specifications. Added in the specimens were newly developed cushions consisting of a multi-layered composite material and a cushion with a bottom plate attached. Subjective experiments employed the SD method, with 20 healthy male and female subjects evaluating 12 material criteria. From the results of the subjective experiments and body pressure distribution measurements, multiple regression analysis yielded a multiple regression formula to estimate seating comfort evaluation, with total area, maximum pressure, average pressure, and the area of each zone as explanatory variables.

研究分野：家政学および生活科学関連、プロダクトデザイン 福祉デザイン

キーワード：車椅子クッション 心理評価 体圧分布 指標

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

本研究は車椅子用クッション材を、「材料の特性と厚みの違い」に着目し、クッション材の座り心地特性を定量的に評価する。次に材料特性と心理的反応との関係を体圧分布の分析から明らかにし、座り心地を予測する指標化を行う。車椅子クッションの特性を定量的に把握することは、障がい者のクッション材選びにも必要な指標となり、車椅子生活の質的向上に寄与することができる。また、従来は設計者・技能者の経験によって組み合わせることが多かったクッション材を、量的にあるいは可視化して表現することで、生産的な効率化をすることができると考えられ、車椅子クッション材開発の質的向上に寄与することができる。

2. 研究の目的

本研究は車椅子用クッション材を、材料の特性と厚みの違いに着目し、クッション材の座り心地特性を定量的に評価する。次に材料特性と心理的反応との関係を体圧分布の分析から明らかにし、「座り心地」といった、人の感覚を学術的「問い」と位置付け、座り心地予測の指標化を行う。そして、車椅子用クッション材の領域の、質的向上に寄与することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 試験体

静的評価実験用に使用した試験体を表1に示す。現行の福祉用品総合カタログにある車椅子用クッションD~Kと、家具用シートクッションB~Cに加え、今回商品化をめざして開発したクッションL~Oを試験体とした。オリジナルクッション(430×430 mm)は、性質の異なる二つの素材を組み合わせることで、クッション材のそれぞれの役割をはっきりさせた。

上層に「柔らかさ」を求めたポリエステル系不織布（繊維を垂直方向に配向させた特殊製造法）20+20 mmと、下層に「底つき感」の軽減を求めた、ポリエステル系エラストマーの三次元スプリング構造体 30 mmの複層材で構成した。複層材間は接着剤による硬さを抑えるため無接着とした。

次に仕切り芯を準備したことは、局所的な沈み込みを無くし、座面全体で沈み込む効果を予測した。次に底板(310×310 mm)を準備したことは、車椅子側の底シートの湾曲による、「座骨の圧迫」防止を予測した。底板によって座面は常に平らになり、底シートの湾曲の影響を受けなくなると仮説を立てた。

動的評価実験：標準型車椅子を準備し、30~200 mmの7種類の厚みの違うウレタンフォームクッションを座面に設置し、置き型クッションの形式にした。次に市販のスマートスロープ CA-S100を使用し、角度を5° 8° 12° 16° に設定し、自走式走行と介助式走行で実験を行った。

(2) 体圧分布測定装置

実測機器として体圧分布測定装置（Force Sensitive Application/VERG社製のスタンダードシートシステム/センサマット仕様：測定範囲サイズ 455 mm×455 mm, センサ総数 256 個）を使用した。

(3) 心理評価実験

はじめに実験用車椅子として標準型車椅子を準備し、その上に表1で示した14種類の試験体を座面に設置し、置き型クッションの形式にした。今回の実験は座面の評価を目的としたため、背凭れの評価は行わなかった。被験者は18~63歳までの健康な男女計20名（男3名・女17名）とし、被験者の選択は大学でインテリアデザインを学ぶ女子大学生を中心に行った。被験者はランダムな順序で試験体に約2分間座り設問に答えた。

評価項目は「座り易さ, 柔らかさ, 安定性, 底つき感, 座骨の圧迫, 弾力性, 座面の高さ, 車椅子を前後に動かして安定性, 心地よさ, 今の柔らかさ, 立ち易さ, 総合的評価」の12項目で、評価方法は評定尺度法を用いた。心理評価に用いた用語は、下記の注) 用語の説明以外には、実験を行う前に被験者に言葉の教示は行わず、被験者が日常的に使用している用語に対して、直感的に答えるように促した。

(4) 体圧分布測定

測定方法は心理評価実験と同じ条件で試験体を設置し、被験者と試験体の間にセンサマットを設置した。被験者は表3に示す、男女の計6名（男3名・女3名）とした。被験者の選択は男女ともに体型は大柄から小柄の人までが含まれるようにした。衣類による測定結果のばらつきをなくすため、被験者はジャージズボンで統一した。体圧分布測定は測定域を20 mm Hg 毎の帯域に

表1 各種試験体の仕様

記号	上層	厚さ (mm)	下層	厚さ (mm)	仕切り芯	底板	厚さ (mm)	総厚 (mm)
A	クッション無	—	—	—	—	—	—	—
B	ビーズクッション	50	—	—	—	—	—	50
C	ポリエステルクッション	30	—	—	—	—	—	30
D	三層ウレタンフォーム	30	—	—	—	—	—	30
E	三層ウレタンフォーム	50	—	—	—	—	—	50
F	三層ウレタンフォーム	80	—	—	—	—	—	80
G	三層ウレタンフォーム	100	—	—	—	—	—	100
H	メモリーフォーム	30	—	—	—	—	—	30
I	メモリーフォーム	50	—	—	—	—	—	50
J	エクスジェル	34	—	—	—	—	—	34
K	エアークッション	呼称50	—	—	—	—	—	80
L	ポリエステル系不織布	20+20	三次元スプリング	30	—	—	—	50
M	ポリエステル系不織布	20+20	三次元スプリング	30	—	楕合板	4	54
N	ポリエステル系不織布	20+20	三次元スプリング	30	帽子芯材	—	—	51
O	ポリエステル系不織布	20+20	三次元スプリング	30	帽子芯材	楕合板	4	55

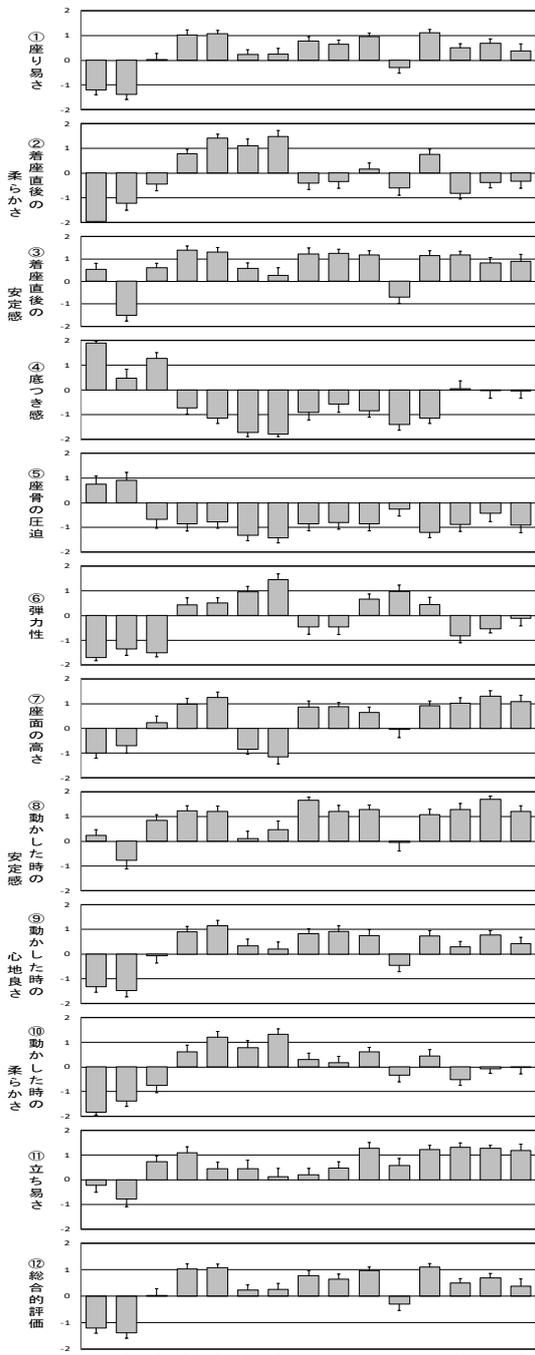


図1 心理評価の結果 (評定平均値+標準誤差)

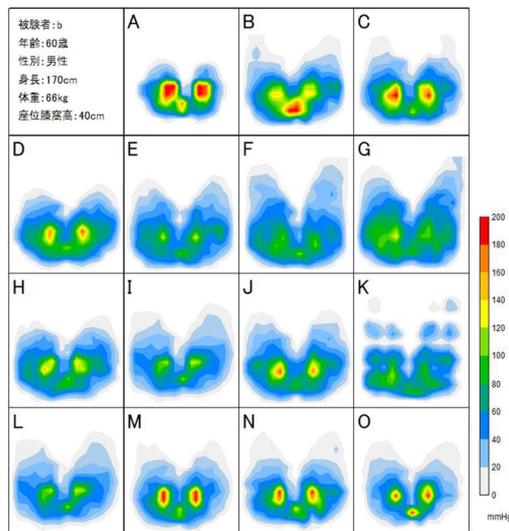


図2 各試験体の体圧分布 (被験者b)

設定し、それぞれの試験体の合計面積・最大圧力・平均圧力および各帯域面積を測定した。

(5) 指標化の試み

はじめに 12 項目の心理評価の各試験体に対する評定平均値と体圧分布全体との関係を求めるため、体圧の関係を 10 段階の帯域毎に捉え、評価項目を目的変数とし、20mmHg 毎 (1 mm Hg=1.36 g/cm<sup>2</sup>) の各帯域面積の値を説明変数として重回帰式を導出した。

次に体圧分布を一義的に捉え、評価項目を目的変数とし、全体面積・最大圧力・平均圧力を説明変数として重回帰式を導出した。また、本研究では、単純化された実用的な指標化を目的としているので、単回帰分析を導出した。データ解析は(株)社会情報サービス「エクセル統計 2010」を使用した。

(6) 心理評価実験の結果

心理評価測定の結果を図 1 に示す。着座直後「①座り易さ」の質問に対しては、試験体 E、J、L の評価が高く、B が最も低い評価であった。標準誤差(SE)=0.11~0.33 であった。「②着座時の柔らかさ」は E、G の評価が高く、A、B が低い評価であった。SE=0.05~0.31 であった。「③安定感」は D、E の評価が高く、B、K が低い評価であった。SE=0.17~0.34 であった。

「④底つき感」は A、C に強く現れ、F、G は少ない結果となった。SE=0.07~0.35 であった。「⑤座骨の圧迫」は A、B が高く、F、G の 80~100 mm の厚い試験体は少ない結果となった。SE=0.20~0.36 であった。「⑥弾力性」は G の厚い試験体の評価が高く、A、B、C の評価が低い評価であった。SE=0.13~0.30 であった。「⑦座面の高さ」は E、N の 50 mm 厚の評価が高く、F、G の 80~100 mm の厚い試験体の評価が低い結果となった。SE=0.17~0.33 であった。

車椅子を前後に動かした場合の「⑧安定感」は H、N の評価が高く、B の評価が低かった。SE=0.13~0.36 であった。「⑨心地良さ」は E の評価が高く、A、B、K の評価が低かった。SE=0.18~0.28 であった。「⑩柔らかさ」は E、G の評価が高く、A、B、C の評価が低かった。SE=0.11~0.31 であった。立ち上がり後「⑪立ち易さ」は L、M、N、O オリジナルクッションの評価が一様に高く、B が低い結果となった。SE=0.12~0.34 であった。「⑫総合的評価」は D、E、L の評価が高く、A、B、K の評価が低い結果となった。SE=0.14~0.29 であった。

(7) 体圧分布測定の結果

試験体の違いと体圧分布の測定結果を図 2 に示す。被験者 6 名の全体面積・最大圧力・平均圧力の平均値および標準誤差を図 3 に示す。A のクッション無を除いて、全体面積は F と G が共に 1,249 cm<sup>2</sup> で最も大きく、B が 955 cm<sup>2</sup> で最も小さかった。SE=2.76~4.03 であった。最大圧力は O が 195 mm Hg で最も大きく、G が 104 mm Hg で最も小さかった。SE=0~17.43 であった。平均圧力は D が 41.3 mm Hg で最も大きく、F が 35.5 mm Hg で最も小さかった。SE=2.76~4.03 であった。

次に 20 mm Hg 毎の帯域面積を図 4 に示す。いずれの試験体も 0~20mmHg の帯域面積が最も大きく、高圧力帯に向かって徐々に面積が小さくなる結果となった。このことは体重の

## 重

い人は低圧力帯から高圧力帯までを使い体を支え、体重が軽い人は低圧力帯から 140 mmHg までの中圧力帯で体を支えていることが読み取れる。また、標準誤差が極めて小さいことから、各帯域面積がクッション材固有の特性値といえる。また、図 1 で示した心理評価の結果と、図 4 で示した 20 mm Hg 毎の帯域面積の結果の関係を、散布図に落とし相関関係を確認した、その結果①～③と⑥～⑫の 10 項目において、評価結果は 0～100 mm Hg の帯域で正の相関があり、100～200 mm Hg の帯域で負の相関があることが明らかとなった。逆に④、⑤の 2 項目は 0～100 mm Hg の帯域で負の相関があり、100～200 mm Hg の帯域で正の相関があることが明らかとなった。

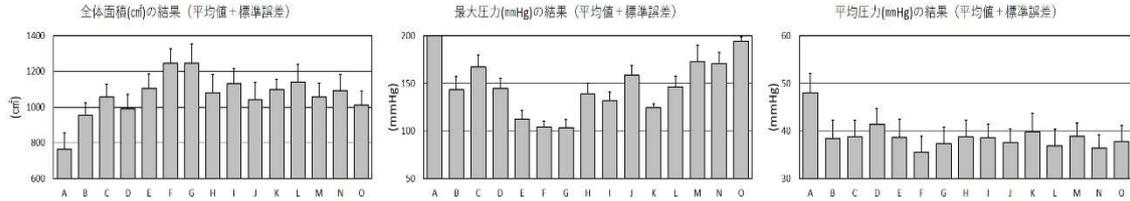


図 3 各試験体の体圧の合計面積・最大圧力・平均圧力

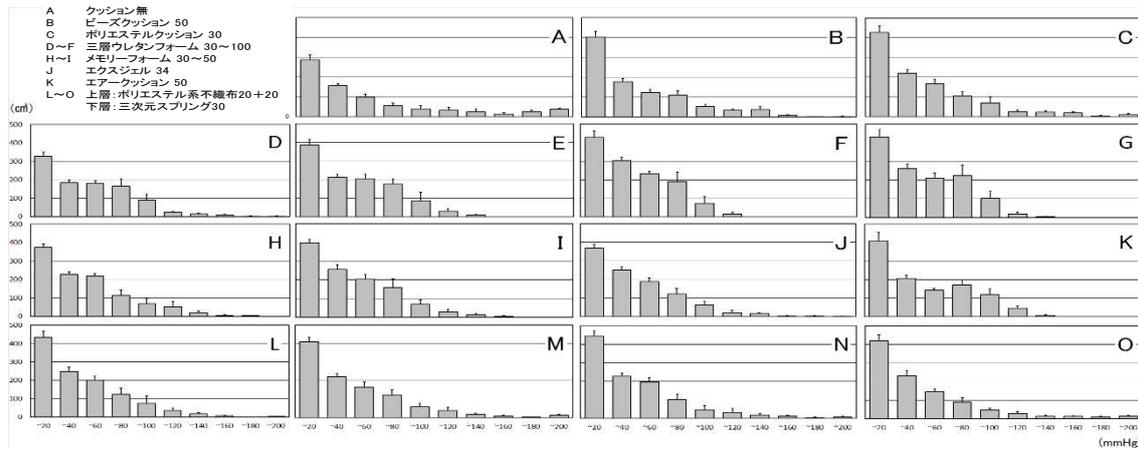


図 4 各試験体の帯域別の体圧分布 (平均面積+標準誤差)

### (8) 重回帰分析と単回帰分析の結果

3(5)で示した重回帰式と、3(7)で示した寄与率の高い 0～100mmHg を合算した接触面積と、100～200mmHg の接触面積を説明変数とした単回帰式を比較した結果、評価項目の②、④、⑤、⑥、⑩の 5 項目においては、「0～100mmHg の接触面積」の単回帰分析から求めた相関係数が  $r=0.64$  以上あり、同様に「100～200mmHg の接触面積」の単回帰分析から求めた相関係数が  $r=0.52$  以上あり、ここでの単回帰式を使用すれば、20mmHg 毎の帯域面積を求めなくても座り心地の予測ができることが明らかとなった。

### (9) 単回帰分析より区分基準の結果

評価項目②、④、⑤、⑥、⑩の 5 項目において、評価項目を目的変数とし、0～100mmHg の接触面積と、100～200mmHg の接触面積を説明変数とした単回帰式をもとに、図 5 に示す座標軸を作ることで心理評価の評点の境界を求めた。

0～100mmHg の接触面積では「柔らかさ Y2, Y10」と「弾力性 Y6」は接触面積 1,002～1,017cm<sup>2</sup> に評点の境界があり、極めて近似した結果となった。次に「座骨の圧迫 Y5」は負の相関で 775cm<sup>2</sup> が評点の境界となった。次に「着座時の柔らかさ Y2」と「動かした時の柔らかさ Y10」を比較すると、グラフの傾きが緩やかになっていることから、経時変化による接触面積の寄与するところが小さくなっていることが示唆される。「底つき感 Y4」は負の相関で 973cm<sup>2</sup> に評点の境界があり、これは「柔らかさ Y2, Y10」と「弾力性 Y6」の評点の境界と近似する値であり、接触面積が増加することは「柔らかさ・弾力性」の向上と「底つき感」の軽減につながり質的交互作用が見られた。次に 100～200mmHg の接触面積では、0～100mmHg の接触面積と正の相反と負の相関が逆転する形となった。以上の結果より「0～100mmHg の接触面積」の増加と「100～200mmHg の接触面積」の減少は、座り心地の心理評価の関係に質的交互作用が見られた。

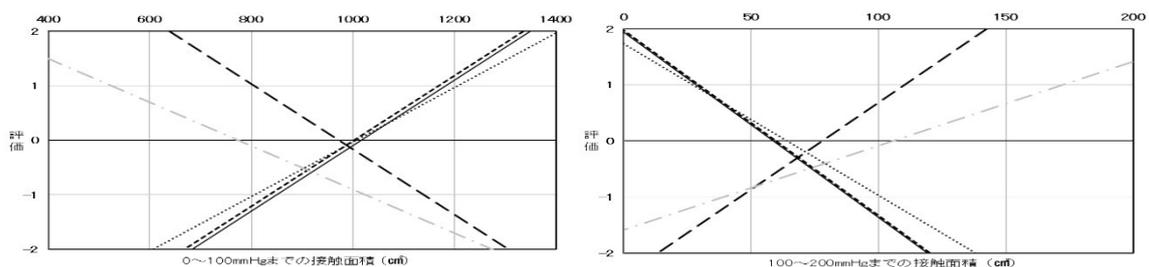


図5 心理評価と接触面積の区分基準

(10) 複層クッションの考察

今回の研究では車椅子クッションに求められる性能として、座骨結節点に受ける「底つき感」と「座骨の圧迫」の軽減と、クッションとしての「柔らかさ」に着目した。残念ながらこの相反する特性を一つの素材で補うことは、これまでは出来ていなかった。

そこで本研究では、弾力性の強いポリエステル系エラストマーの三次元スプリング構造体を下層に、柔らかさを追求したポリエステル系不織布（繊維を垂直方向に配向させた特殊製造法）を上層にした、複層構造のクッション材の開発を試みた。性質の異なる二つの素材を組み合わせることで、クッション材のそれぞれの役割をはっきりさせた。

その結果「③, ⑧安定性」と「⑪立ち易さ」に一応の成果はみられた。下層の三次元スプリング構造体の寄与するところが高いことが示唆された。このことは滝本ら（2019）のシートクッションの実験結果とも一致した。

(11) 仕切り芯と底板の考察

仕切り芯は、複層クッション材の間に入れることで局所的な沈み込みを無くし、座面全体で沈み込む効果があるが、心理評価実験ではその違いは現れなかった。部分的な改良より、素材と厚みの寄与するところが大きいことが示唆される。

楯合板の底板は、車椅子側の座シートの湾曲から生じる「⑤座骨の圧迫」の軽減に対して有効であると想定したが、実験の結果は大きな成果は現れなかった。クッションを置くことで既に圧迫は解消されたことと、厚みの寄与するところが高いことが示唆される。

4. 研究成果

本研究では、近年ニーズが高い車椅子クッションの、材料の違いと複層材の仕様を替えた場合の座り心地評価に関する指標化を試みた。試験体として、14種類の物理的特性の異なるクッションを対象とした。心理評価実験より、体圧分布の全体面積・最大圧力・平均圧力・帯域面積のいずれも座り心地に関係することが示された。

心理評価のうち「②着座時の柔らかさ, ④底つき感, ⑤座骨の圧迫, ⑥弾力性, ⑨心地良さ, ⑩柔らかさ」の5項目と、体圧分布との間に強い相関関係があることが明らかとなった。重回帰分析によりクッションの帯域毎の面積から、座り心地の予測のための重回帰式を導出し、単回帰分析により心理評価の区分基準と体圧分布の関係が明らかになった。

また、クッション材は一般的に厚いものが、安楽性が良いと考えがちであるが、車椅子の操作性を考えると、薄い方が操作性は良く、50 mm以下であれば操作性に影響は少ないが、80 mmを超えると操作性に影響が出ることも明らかとなった。

車椅子クッションは店頭で並べられるものは少なく、消費者はカタログにより品定めをするケースが多々見られる。体圧分布を示すことは座り心地の予測に繋がり、本研究の有意性を示すことができた。

本研究で得られた実用的な指標化を下記に示す。特定の帯域面積を実測することにより、目的に応じた座り心地の予測が可能となった。

■0~100 mm Hg の接触面積 (cm<sup>2</sup>) からの予測式

柔らかさ Y2 = 0.006 x -6.01  
 底つき感 Y4 = -0.006 x +5.84  
 座骨の圧迫 Y5 = -0.004 x +3.10  
 弾力性 Y6 = 0.006 x -6.10  
 柔らかさ Y10 = 0.005 x -5.03

■100~200 mm Hg の接触面積 (cm<sup>2</sup>) の予測式

柔らかさ Y2 = -0.033 x +1.97  
 底つき感 Y4 = 0.031 x -2.42  
 座骨の圧迫 Y5 = 0.015 x -1.59  
 弾力性 Y6 = -0.033 x +1.94  
 柔らかさ Y10 = -0.027 x +1.7

本研究の元となったオリジナルクッションの成果は、(株)川島織物セルコンより2015年3月より商品名「クッションラボ」で販売された。次に2015年10月に朝日新聞に掲載された。本研究の成果は「心理評価と体圧分布を用いた車椅子クッションの座り心地予測に関する研究」滝本成人、令和3年度人間-生活環境系学会、人間と生活環境 VOL. 28, NO. 2, pp. 65~73, 2021. 11の原著論文に掲載された他、日本デザイン学会第3支部研究発表会、P-4, 2020. 3. 21と、日本デザイン学会第65回研究発表大会 A-05, 2020. 6. 27~28で発表を行った。

〈引用文献〉

滝本成人・堀越哲美・弓立順子（2012）：心理評価と弾力特性を用いたクッション材の座り心地評価に関する指標化の試み, 人間と生活環境, 19(2), 145/152  
 滝本成人・堀越哲美・弓立順子（2013）：心理評価と変形特性を用いたクッション材の座り心地評価に関する指標化の試み, 人間と生活環境, 20(1), 77/83  
 滝本成人・堀越哲美・弓立順子・宮本征一（2013）：心理評価と体圧分布を用いたクッション材の座り心地評価に関する指標化の試み, 人間と生活環境, 20(2), 129/136  
 滝本成人・加藤和雄（2019）：心理評価と体圧分布を用いたシートクッションの座り心地評価に関する指標化の試み, 日本インテリア学会論文報告集 29号, 5/13

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 滝本成人	4. 巻 VOL.28 No.2
2. 論文標題 車椅子クッションの座り心地評価に関する基礎研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 令和3年度人間-生活環境系学会、人間と生活環境	6. 最初と最後の頁 65～73
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小林千華・高橋弥玖・古河恋帆・滝本成人
2. 発表標題 車椅子クッションの厚みに関する基礎研究
3. 学会等名 日本デザイン学会第3支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 滝本成人
2. 発表標題 車椅子クッションの座り心地に関する基礎研究
3. 学会等名 日本デザイン学会第67回研究発表会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

車椅子クッションの座り心地に関する基礎研究  
[https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jssd/67/0/\\_contents/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jssd/67/0/_contents/-char/ja)

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------